

トンネル覆工内部探査装置の開発

西日本旅客鉄道株式会社	正会員	松井 精一
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	長田 文博
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	鈴木 秀門

1. はじめに

山陽新幹線トンネルの剥落事故の発生メカニズムから、今後の剥落防止対策として、覆工表面だけではなく内部変状がどのように分布しているか、すなわちジャンカやクラックが覆工内部でどのように広がっているかを把握する必要がある。現在は、それらの検査を打音検査やコアボーリングによって行っている。しかし、打音検査は結果に個人差があるや定量的な結果が残らないこと、またコアボーリングは破壊検査であるため、コストと手間がかかるといった問題点がある。そこで、覆工コンクリート内部を非破壊で探査できる装置の開発を行い、実用化にあたっての診断機能の有効性が確認できたのでここに報告する。

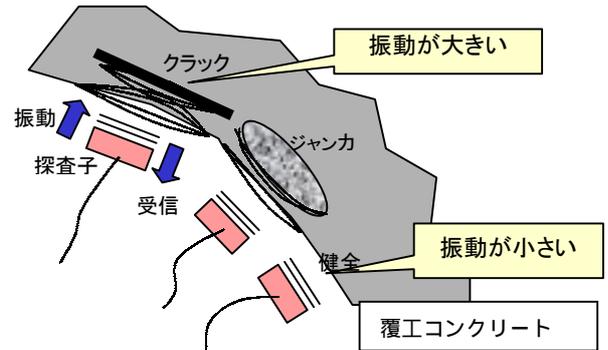


図 1 診断の原理

2. 診断の原理

打音検査でコンクリートが浮いている箇所を左手で押さえながらその位置をハンマリングすると、左手に振動が伝わることもある。このことから、覆工表面にハンマリング等により強制的に振動を与えた場合、変状箇所についてはコンクリートの表面部分が振動すると考えられる（図 - 1）。そこで、この振動の大きさから、その内部に変状が存在するかを判定し、さらにその振動の大きさと変状深さの関係から深さを推定する。



写真 1 診断装置（左：探査子、右：本体機）

3. 診断装置の概要

本装置は、探査子と本体機とからなり、トンネル覆工表面に探査子を押し当て振動源として音波を挿入する（写真 - 1）。用いる音波の周波数は、コンクリート中の信号の減衰を考慮し、超音波で用いられている周波数より低い、可聴領域の音波（音響弾性波）を用いている。コンクリート表面と探査子との接触は、超音波などで用いられているグリースなどの塗布が非常に作業性が悪いことから、探査子内の空気を抜いて吸着させる機構とした。その結果、作業性が大幅に向上した。

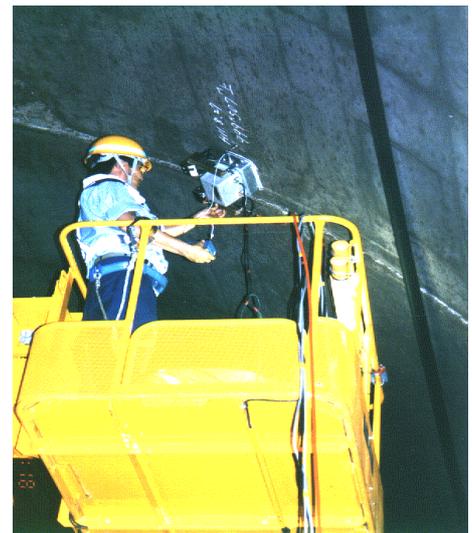


写真 - 2 現地計測状況

キーワード：トンネル、覆工コンクリート、非破壊検査、音響弾性波

連絡先：〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4番24号 Tel 06-6375-8924 Fax 06-6375-8919

4 . 精度の検証

(1) 健全箇所と変状箇所の波形例

平成 11 年度に山陽新幹線のトンネルで、本装置を用いて計測 (写真 - 2) 及びコアボーリング採取を行った。コアは健全・変状箇所併せて 49 本で、変状がある場合の変状深さの最大値は 25cm である。健全箇所とクラックが表面より 5cm に存在する変状箇所の波形を図 - 2、3 に示す。変状箇所では健全箇所と比較して、波形のピークが高くなるのがわかる。

(2) 変状有無判定

変状のある箇所は、表面振動が大きくなることから、表面振動の大きさを表すパラメータとして反射エネルギーレベルを計測箇所ごとに計算した。図 - 4 はコア 49 本に対し、変状箇所と健全箇所における反射エネルギーレベルのヒストグラムを示したものである。図より、ある値を境にして健全箇所と変状箇所が 2 分されていることがわかる。この値を健全と変状の閾値として用いることにより、計測ポイントの変状の有無を非破壊で推定することができる。

(3) 変状深さ推定

また、変状深さが浅いほど反射エネルギーレベルが大きくなることを利用して、反射エネルギーレベルから推定した変状深さと、実際のコアの外觀から得られた変状深さとをプロットしたものを図 - 5 に示す。図より、深さ 20cm 程度までの領域において、誤差標準偏差 2.1cm という結果が得られた。この誤差は実用上特に問題となる大きさではないと考え、深さ 20cm 程度まで、上記の精度において深さ推定ができると言える。

5 . あとがき

今後は、現場で使いやすいように装置の改良を行うとともに、すでに導入されているトンネル保守管理システム「TuMaS」とのデータの受け渡し方法について検討する必要がある。

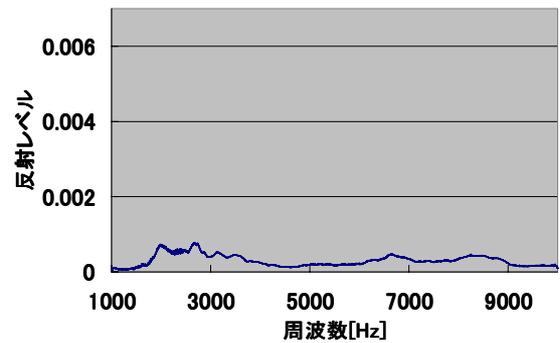


図 - 2 健全箇所波形

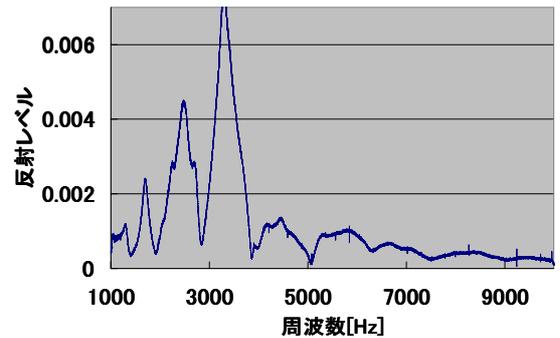


図 - 3 変状箇所波形

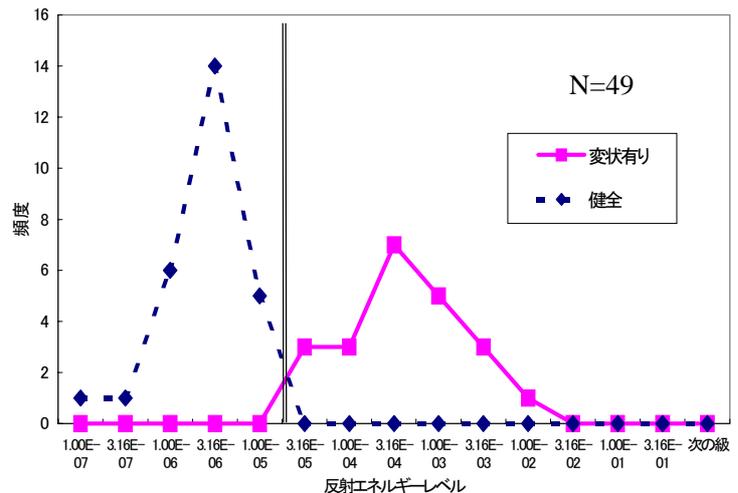


図 4 変状有無判定

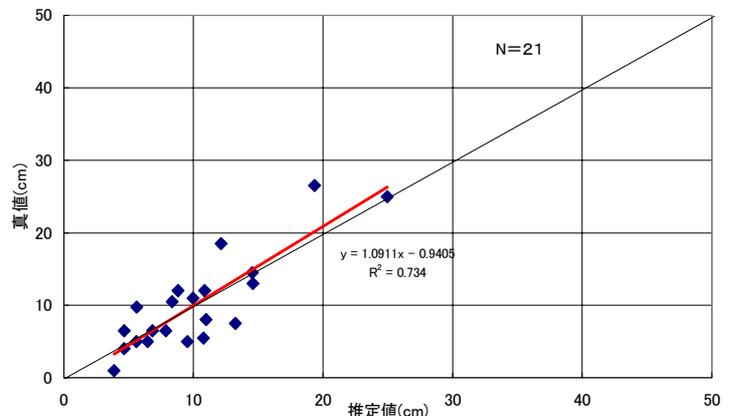


図 - 5 変状深さ推定